

Электрофизические свойства МДП-структур на основе пентацена в широком диапазоне температур

А. В. Войцеховский, С. Н. Несмелов, С. М. Дзядх, Т. Н. Копылова, К. М. Дегтяренко

Томский государственный университет



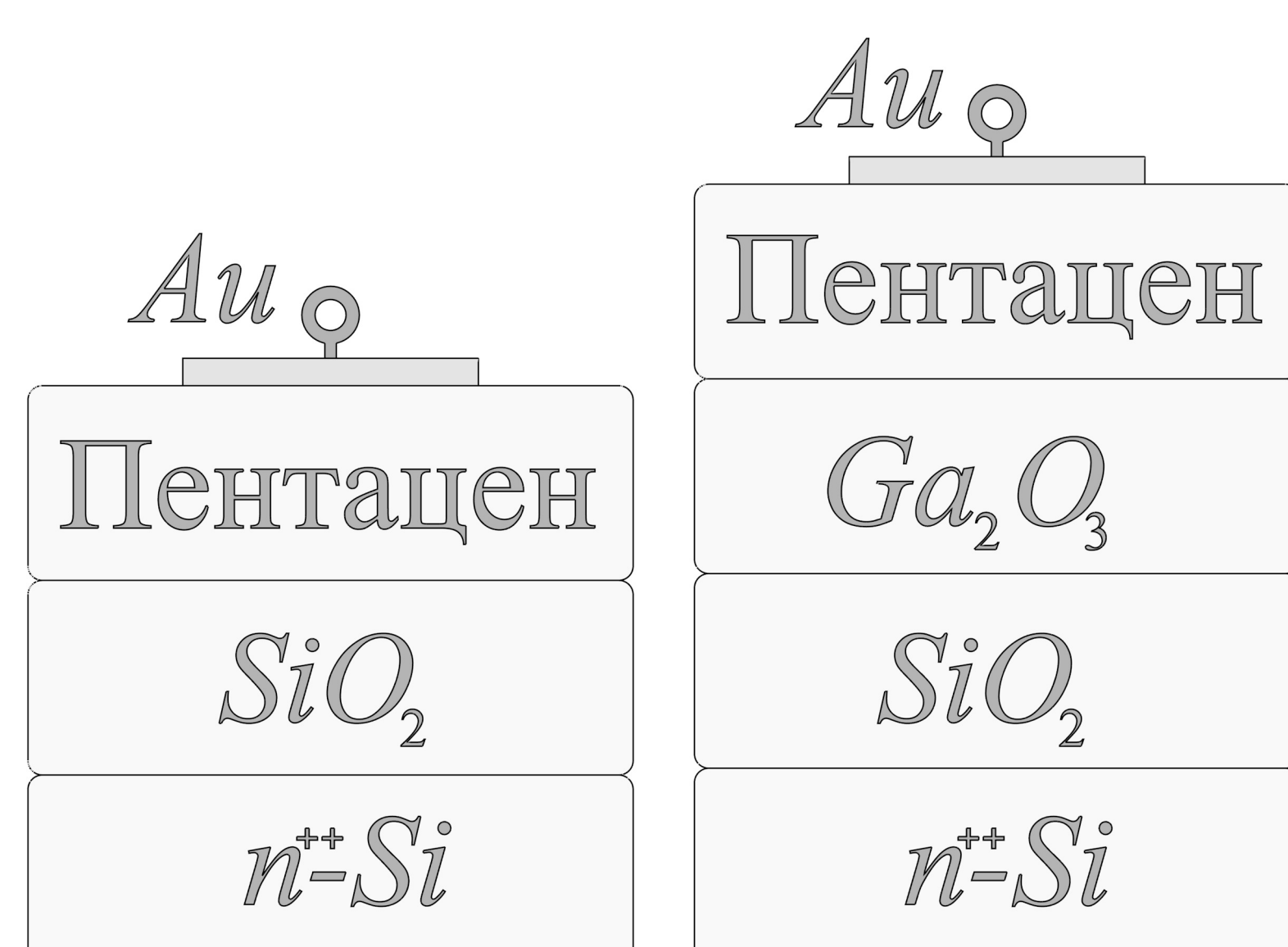
Введение

В последние годы возрастает интерес к исследованиям характеристик пленок органических полупроводников и границ раздела неорганических и органических материалов. Традиционные методики, разработанные для характеристики кремниевых МОП-структур, не всегда применимы для исследований МДП-структур на основе органических пленок и требуют адаптации.

Измерение адмиттанса органических МДП-структур при различных частотах и напряжениях обеспечивает получение важной информации о свойствах органической пленки и границы раздела диэлектрик – органический полупроводник [1,2]. Измерения в более широком температурном диапазоне могут дать новую информацию о физических процессах в исследуемых структурах.

Целью работы является исследование процессов в МДП-структурах на основе пентацена с диэлектриками SiO_2 и $\text{SiO}_2/\text{Ga}_2\text{O}_3$ при помощи измерений зависимостей адмиттанса в широком диапазоне условий измерения.

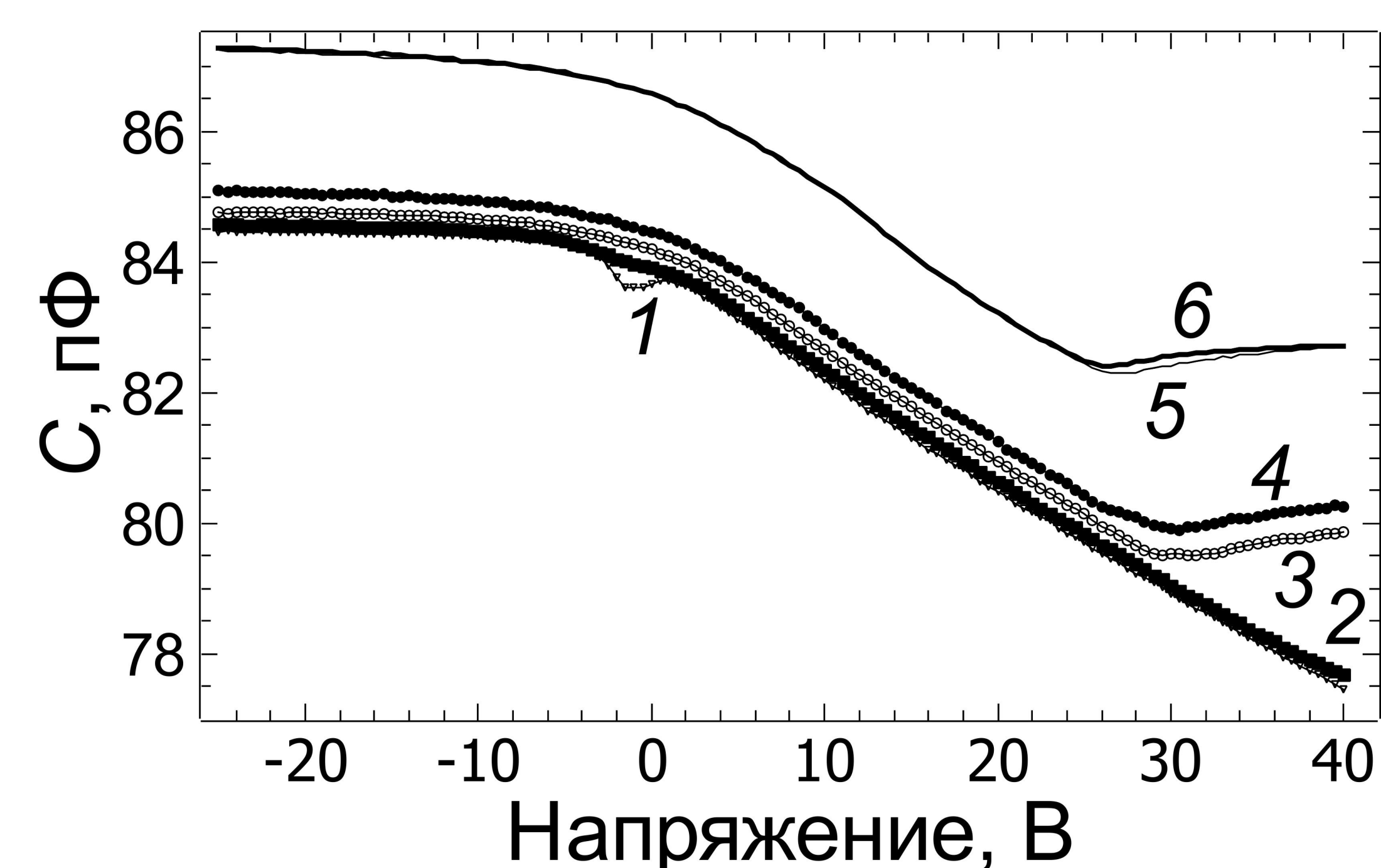
Образцы для исследований



Для исследований было создано два типа МДП-структур на основе пентацена: структура № 1 с диэлектриком SiO_2 и структура № 2 с двухслойным диэлектриком $\text{SiO}_2/\text{Ga}_2\text{O}_3$. В качестве подложек использовались слои высоколегированного кремния электронного типа проводимости с нанесенными сверху слоями SiO_2 толщиной 220-260 нм (производства Fraunhofer). Для части структур на поверхность SiO_2 методом магнетронного распыления наносился слой Ga_2O_3 толщиной 190-240 нм. Пентацен создавался методом термовакуумного напыления и имел толщину 50 нм. Электрические контакты из Au формировались при помощи термического напыления в вакууме. Омический контакт к подложке из высокопроводящего n-Si создавался вплавлением In методом электрического пробоя.

Основные результаты и выводы

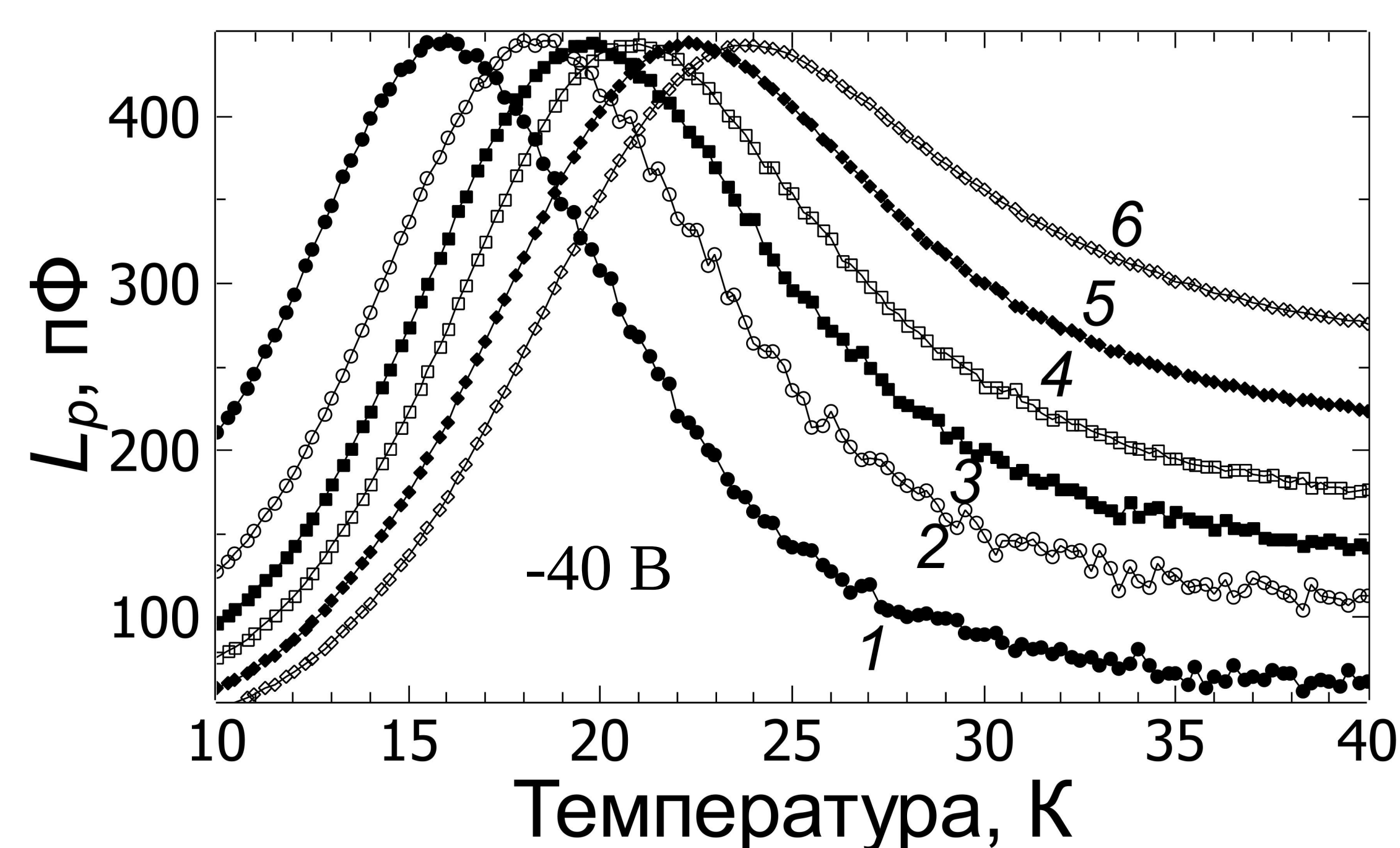
ВФХ МДП-структуры с SiO_2 , измеренные при различных температурах, К: кр. 1 – 30, кр. 2 – 77, кр. 3 – 150, кр. 4 – 200, кр. 5, 6 – 300.



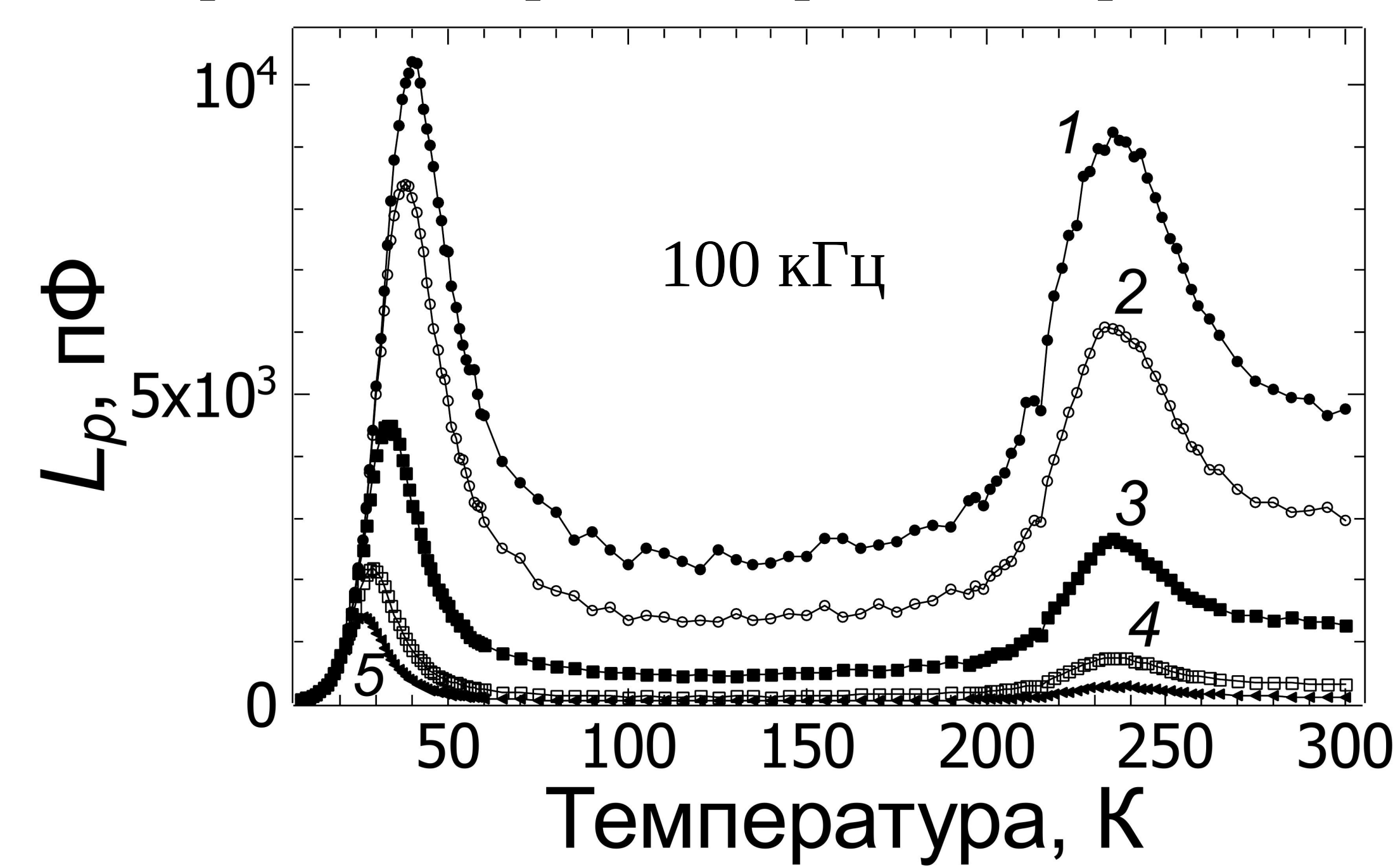
В режиме обеднения при помощи анализа Мотта-Шоттки были определены концентрации дырок в органической пленке. Для МДП-структур с диэлектриком SiO_2 концентрации дырок близки к $1.27 \times 10^{18} \text{ см}^{-3}$, а для образцов с $\text{SiO}_2/\text{Ga}_2\text{O}_3$ – к $1.03 \times 10^{18} \text{ см}^{-3}$. Концентрации акцепторной примеси, определенные в рамках анализа Мотта-Шоттки, не зависят от температуры и частоты, что свидетельствует о незначительной роли инжекции дырок из контакта в формировании ВФХ.

Для МДП-структур с диэлектриком SiO_2 обнаружен уровень объемных ловушек с концентрацией $1.4 \times 10^{18} \text{ см}^{-3}$ и энергией активации около 3 мэВ. Для образцов с $\text{SiO}_2/\text{Ga}_2\text{O}_3$ обнаружено два ловушечных уровня с концентрациями 2.3×10^{18} и $2.0 \times 10^{18} \text{ см}^{-3}$ при энергиях активации 5-6 и 480-570 мэВ, соответственно.

Зависимости проводимости МДП-структуры с (SiO_2) от температуры при различных частотах, кГц: кр. 1 – 14, кр. 2 – 24, кр. 3 – 32, кр. 4 – 41, кр. 5 – 54, кр. 6 – 70.



Зависимости проводимости МДП-структуры ($\text{SiO}_2/\text{Ga}_2\text{O}_3$) от температуры, измеренные при различных напряжениях смещения, В: кр. 1 – -20, кр. 2 – -10, кр. 3 – 0, кр. 4 – 10, кр. 5 – 20.



[1] Estrada M., Ulloa F., Ávila M., et al. // IEEE Trans. Electron Dev. – 2013. – V. 60. – No. 6. – P. 2057-2063.

[2] Hirwa H., Pittner S., and Wagner V. // Org. Electron. – 2015. – V. 24. – P. 303-314.